

988952



高等学校教材

火力发电厂环境保护

上海电力学院 吴怀兆 主编



高 等 学 校 教 材

火力发电厂环境保护

上海电力学院 吴怀兆 主编

中国电力出版社

去除
渣，

3成

内 容 提 要

为了我国经济的持续发展,要求加快发展能源工业,尤其是电力工业,同时这也带来了环境污染和对生态环境的破坏。本书结合火力发电厂生产过程,对火力发电厂产生的废水、废气、废渣和噪声等污染物给自然环境造成的影响和危害,进行了较全面的阐述,并提出了相应的治理措施。全书共分六章:第一章概述了人类的环境和环境问题、我国火力发电厂环境保护的现状和任务;第二章介绍了生态学原理及生态学在环境保护中的应用;第三至六章分别介绍了火力发电厂各种污染物的产生及其对环境的影响和治理技术、控制途径。

本书是热能动力类电厂应用化学专业学生选修课的教学用书,也可作为电力环保专业学生的教学参考书,或供从事电力环境保护工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

火力发电厂环境保护/吴怀兆主编. -北京:中国
电力出版社, 1996

高等学校教材

ISBN 7-80125-133-4

I. 火… I. 吴… III. 火电厂-环境保护-高
等学校-教材 IV. X77

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第03597号

中国电力出版社出版

(北京三里河路6号 邮政编码100044)

北京通县滨河印刷厂

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1996年11月第一版 1996年11月北京第一次印刷

787×1092毫米 16开本 9.75印张 220千字

印数 0001—2060册 定价 7.70元

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

近几年来,在国际上环境问题被突出地提到了一个重要的位置。这是因为以下几个问题严重地威胁着人类的生存与发展。

(1) 臭氧层被破坏的问题。前几年英国人在南极上空发现了一个“南极洞”或称为“臭氧洞”,即天空中出现了一个窟窿。这个地方的臭氧层变得很薄,这个洞的大小有美国的国土面积那么大。北极上空也发现了一个小洞,而且世界主要城市上空的臭氧层也在变薄。

(2) 排放二氧化碳的问题。 CO_2 的排放使气温升高,并引起了气候的变化。80年代,地球温度显著升高。虽然在气候变化的机理上仍有争议,但大多数人认为这是由于人类大量排放 CO_2 所造成的。

(3) 酸雨问题。众所周知,美国和加拿大发生了酸雨纠纷。在两国首脑每年的1~2次会晤中,解决酸雨问题是其中主要内容之一。整个西欧都处在酸雨区。酸雨问题在美国、西欧得到了一些解决,但在我国日趋严重,需引起我们的高度重视。

此外,还有森林的破坏、水土流失和土壤的沙漠化以及有害废物的积存量越来越多等问题。

世界上面临的环境问题,在我国都不同程度地存在着。我国面临的问题基本上分为两大类:工业污染和自然生态的破坏。其中工业污染主要体现在以下四个方面:

(1) 以城市为中心的环境污染,尤其是大气污染。除深圳、珠海和拉萨市外,全国470多个城市的大气质量都不符合同家标准,其主要污染物是尘埃和二氧化硫。

(2) 水污染。我国每年排放工业废水和生活污水360亿t,其中绝大部分未经处理就进行排放。

(3) 垃圾。

(4) 噪声。

我国电力工业的结构是以燃煤发电厂为主,其发电总量占全国总发电量的74%左右。近期火力发电业还要高速发展,今后二三十年以至更长时期内,火力发电仍将占主要地位。火力发电厂是环境污染大户,它造成的环境污染有三个方而:一是烟尘,二是 SO_2 的排放,三是粉煤灰渣。

为了提高火力发电专业后备力量的环保意识和素质,根据原能源部1993~1995年高校教材编审出版计划,我们编写了《火力发电厂环境保护》。全书共分六章,第一、三章由吴怀兆编写,第二、五、六章由袁世平编写,第四章由李培元编写。

由于编者水平有限,书中不当之处敬请读者批评指正。

编 者

1995年9月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 环境和环境问题	1
第二节 环境科学	6
第三节 我国火力发电厂环境保护的现状和任务	9
第二章 生态学基础知识	13
第一节 生态学研究的基本内容	13
第二节 生态学在环境保护中的应用	21
第三章 大气污染及其防治	28
第一节 概述	28
第二节 大气污染与气象	37
第三节 大气污染的控制	42
第四节 火力发电厂大气污染及其防治技术	51
第四章 废水治理技术	75
第一节 概述	75
第二节 火力发电厂废水及其水质对环境的影响	85
第三节 火力发电厂废水处理概述	89
第四节 火力发电厂废水处理技术	94
第五章 噪声污染及其控制	108
第一节 声音的物理性质和量度	108
第二节 噪声的主观量度和评价	116
第三节 噪声的危害及控制标准	121
第四节 噪声控制的基本途径	125
第六章 粉煤灰(渣)对环境的污染及其综合利用途径	137
第一节 粉煤灰的物理特性和化学组成	137
第二节 粉煤灰对环境的污染	141
第三节 粉煤灰的分选及应用	141
第四节 粉煤灰的综合利用途径	144

第一章 绪 论

随着我国社会主义现代化建设的发展,环境保护工作越来越引起人们普遍的关注和重视。事实证明,发展经济与保护环境是对立的统一。若不能正确地处理好这两者的关系,造成两者的不协调,必然会使环境质量不断恶化,这样不但会妨害人类健康,经济也难以持续发展。相反,只要我们充分发挥社会主义制度的优越性,勇于探索、勇于创新、积极开拓,必然会在发展经济的同时,创造出一个清洁适宜、优美的生活和劳动环境。这是历史赋予我们光荣而艰巨的任务。

要完成这样艰巨的任务,就需要学习,要通晓环境的变化过程,掌握其变化规律,提高对环境质量变化的识别能力,培养分析和解决环境问题的能力,以增强保护和改善环境的责任感和自觉性。为此,本章首先对环境、环境问题、环境科学以及环境保护等做一概括的介绍。

第一节 环境和环境问题

一、环境——人类的生存环境

环境是作用于人类这一客体的所有外界事物与力量的总和。它的范围正如《中华人民共和国环境保护法》中所指出的:“本法所称环境是指:大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”。环境的范围当然不限于上述具体内容。但以法律的条文加以确定和保护的“环境”指的是与我们关系最密切、为大家所公认的环境。因此,我们必须以辩证的观点来认识环境。首先,环境总是相对某一中心事物而言,而这一中心事物是人,环境就是人类的生存环境,依此而言,人类的生存环境应该包括自然环境和社会环境。其次,环境是人们在人类历史发展的长河中,有目的地、有计划地对原有自然环境加以利用、改造、创造出来的新环境。这种环境是人类活动的产物,它不同于纯粹的自然环境,是自然环境和社会环境交织在一起的人类生态系统,这个系统今后还将继续发展、变化。

二、环境分类

环境是一个极其复杂的体系,它既包括自然环境,又包括生活环境和社会文化环境。若从环境要素来划分,可分为大气环境、水环境、土壤环境和生物环境等;若按环境性质划分,则又可分为物理环境、化学环境和生物环境。整个环境系统受人类活动的影响,并在不断地变化,地球上已很难找出一个未经改造过的自然环境。在时间上,环境是随着人类社会的发展而发展的;在空间上,它是随着人类活动领域的扩张而扩张的。迄今为止,人类虽居住在地球的表层,但它的活动领域已远远地超出了地球的表层,它不仅深入到地壳深处,而且离开了地球进入到宇宙空间。至于影响人类生产和生活的因素,更是远远地超

出了地球表层的范围。为便于从总体上对环境进行综合性研究，我们可根据其与人类生活的密切关系和人类对自然环境改造利用的程度，由远到近、由小到大地将环境划分为聚落环境、地理环境、地质环境和宇宙环境。

1. 聚落环境

聚落环境是指人类聚居的地方、活动的中心，因而也是与人类生产、生活关系最密切、最直接的环境。它是人类利用、改造自然环境和创造生存环境的突出实例。如果说，人类的生存环境是由自然环境和人工环境两种成分组成的，那么聚落环境正是人工环境因素占优势的生存环境，是人类有目的地、有计划地创造出来的生存环境。因此，聚落环境最易遭受污染和破坏，是环境保护的重点。按其性质、功能和规模来划分，它可分为院落环境、村落环境和城市环境。

2. 地理环境

地理环境位于地球表层，处于岩石圈、水圈、大气圈、土壤圈和生物圈相互制约、相互渗透、相互转化的交错带上。它下起岩石圈表层，上至大气圈下部对流层顶，包括全部土壤圈，其范围大致和水圈、生物圈相当。

地理环境包括两个方面：自然地理环境和人文地理环境。自然地理环境是由与人类生产和生活密切相关的、直接影响人类饮食、呼吸和衣食住行的水、大气、土壤和生物等因素构成的复杂的自然综合体。至于人类的社会、文化和生产活动地域的组合，即人口、民族、聚落、政治、经济、文化、交通和社会行为等诸多成分，属人文地理环境，它也是地理环境的一个组成部分。地理环境为人类提供着大量的生活资料、再生资源，是人类活动的舞台和基地，是人类赖以生存的活动区域。

3. 地质环境

地质环境主要是指地表以下坚硬的地壳，即岩石圈。地理环境是在地质环境的基础上，在宇宙环境的影响下发生和发展起来的。地理环境和地质环境以及宇宙环境之间经常不断地进行着物质和能量的交换。岩石在太阳能作用下风化，其一部分物质进入地理环境，然后再经过复杂的转化回到地质环境以至宇宙环境之中。如果说，地理环境为人类提供了大量的生活资料、可更新的资源，则地质环境为人类提供了大量的生产资料、难以更新的、丰富的矿产资源。大量的矿产资源被引入地理环境，必然对人类的生存环境发生影响。

4. 宇宙环境

宇宙环境又称空间环境，包括整个地球大气圈以外的星际空间。宇宙环境可影响太阳辐射能量的变化，影响人体在空间的正常功能和智慧。在人类空间活动日趋发展的今天，加强对宇宙环境的探索和研究是十分必要的。

三、环境问题

这里所说的环境问题不是指自然灾害问题（即第一环境问题），而是指人类活动（包括生产和生活活动）作用于周围环境，使环境的质量发生变化，导致这个变化了质量的环境反作用于人类的活动，从而影响了人类的正常活动所产生的问题。显然，这是人为的环境问题（即第二环境问题）。

这种人为的环境问题一般分为两类，一类是不合理地开发利用自然资源，使自然环境

遭受破坏；二是城市化和工农业高速发展而引起的环境污染。总之，环境问题是由于人类社会发展与环境的关系不协调所引起的。

1. 环境问题的由来和发展

人类在诞生以后很长的一段时期内，只是自然食物的采集者和捕食者。这时，人类对环境的影响并不大，此时的“生产”对于自然环境的依赖性十分突出，它主要通过生活活动和生理代谢过程与环境进行物质和能量的交换，人们主要是利用环境，而很少有意识地改造环境。如果这个时期也发生“环境问题”的话，那主要只是人口的自然增长和乱采滥捕、滥用资源所造成的，这是最原始的环境问题。

从原始社会到 18 世纪后半叶，人类学会了驯化动物和种植植物，即开始了农业和畜牧业，这在生产发展史上是一次大革命。随着农业和畜牧业的发展，人类改造环境的作用越来越明显地显示出来，与此同时，也产生了相应的环境问题。如大量地砍伐森林、破坏草原等引起了严重的水土流失，水旱灾害频繁发生以及土壤沙漠化。又如大规模兴修水利也会引起土壤的盐渍化、沼泽化以及某些疫病（如血吸虫病）的传染等环境问题。

从 18 世纪后半叶到 20 世纪初，在人类的生产发展史上又出现了一次伟大的革命——工业革命。那时的工业迅速发展，人口日益集中和都市化，于是就带来了新的环境问题。如果说农业生产主要是生活资料的生产，它在生产和消费中所排出的“三废”（废水、废气、废渣）是可以纳入物质的生物循环而被迅速地净化、重复利用的话，那么工业生产则主要是生产资料的生产，它把大量埋在地下的矿产资源开采出来，在生产和消费过程中排放大量人类和生物所不熟悉的，难以降解、同化和忍受的工业“三废”。在这个时期，燃煤产生的烟尘、 SO_2 ，采矿冶金和制碱等产生的大量“三废”严重地污染了大气、水和土壤。

自 20 世纪 50 年代以后，由于下列因素使环境问题更为突出。首先是世界人口迅猛增加，都市化速度加快。刚进入 20 世纪时，世界人口为 16 亿，到 1950 年增加到 25 亿，1968 年增加到 35 亿。1900 年世界拥有 70 万以上人口的城市只有 299 个，到 1951 年已猛增到 879 个，其中人口百万以上的大都市就有 69 个。

其次是工业不断集中和扩大，能源消费量大增。1900 年世界能源消费量不到 10 亿 t 煤当量，到 1950 年增加到 25 亿 t 煤当量。1956 年，石油的消费量已达到 6 亿 t，从而增加了新的污染。现代大工业的迅猛发展引起了环境的突变。这种改变了质量的环境对人类施加的各种报复手段也越来越加重，环境污染由局部扩大到区域，甚至扩大到全球。20 世纪 50 年代以后，公害事件频繁发生（见表 1-1），危害十分严重。

这一阶段是工业发达国家环境污染的高潮，这就迫使他们开始了大规模的污染治理工作，并付出了昂贵的代价，当然环境问题也就得到了人们的高度重视。这一历程大致可分为三个阶段：

(1) 60 年代中期以前为被动治理阶段。自进入本世纪 50 年代以后，煤和石油成为主要能源，无机和有机合成工业迅速发展。 SO_2 、烟尘、酸、碱、盐和有机废物使环境污染由局部扩展到区域，以致公害事件相继发生，这就迫使许多国家不得不采取治理措施，但问题并未解决，污染继续发展，公害事件仍有发生。

表 1-1

世界重大公害事件简况

名称	发生时间	发生地点	污染物	发生原因	主要后果
马斯河谷 烟雾事件	1930 年 12 月 1~5 日	比利时马 斯河谷工 业区	粉尘和 SO ₂ 等多种有 害气体	工业区处于狭窄盆地,排放的 气体污染物较多,并在近地层大 气中积聚,又遇逆温天气和雾	有 6000 多人发病,症状为胸 痛、咳嗽、呼吸困难。一周内 60 多人死亡
多 诺 拉 烟雾事件	1948 年 12 月 26~31 日	美国宾夕 法尼亚州 多诺拉镇		该镇处于河谷地区,工厂多, 排出的烟气和粉尘在近地层大 气中聚集,遇逆温天气和大雾	发病者 5911 人,症状为眼 痛、喉痛、胸闷、咳嗽、呕吐、 腹泻。轻度患者占 15%,重度 患者占 11%,死亡 17 人
伦 敦 烟雾事件	1952 年 12 月 5~8 日	英 国 伦 敦 市		燃煤产生的烟雾不断积聚,遇 逆温天气,尘粒浓度高达 4.46mg/m ³ ,SO ₂ 高达 1.34ppm 均为平时的 6~10 倍。	开始病症为胸闷、咳嗽、喉 痛、呕吐。该期间内死亡人数 较常年同期多 4000 多人
洛杉矶光 化学烟雾 事 件	40 年代初期 ~50 年代初 期,每年 5~ 11 月,共发 生十几起	美 国 洛杉矶市	光化学 烟 雾	全市近 250 万辆汽车,每天 耗汽油 1600 万 L,向大气排放 大量的碳氢化合物、NO _x 、CO 等。该城三面环山,市区空气水 平流动缓慢	大多数居民患病,刺激眼、 鼻、喉,引起眼痛、喉痛、头痛 等,老年人的死亡率较高。仅 1943 年 5~10 月,65 岁以上老 人死亡 400 多人
富山事件 (骨痛病)	1955~ 1972 年	日本富山县 神通川 流 域	镉	冶炼厂排出的含镉废水污染 了神通川水域,使居民饮水含 镉,沿岸种植的稻谷含镉	发病时全身关节疼痛,几年 后骨骼变形,软化萎缩,自然骨 折,直到最后饮食不进,在疼痛 中死去。截止至 1965 年近 100 人死亡
水 俣 事 件	1953 年开始 发现	日本九州 南部熊本 县的水俣 镇	甲基汞	含汞废水和废渣排入水俣湾 海域,形成甲基汞污染了鱼、贝 类,人食用受甲基汞毒害的鱼 类后中毒而致病	发病时,开始症状为面部呆 痴,全身麻木,口齿不清,步态 不稳,进而耳聋眼瞎,最后精神 失常,全身弯曲,高叫而死;从 第一次发现怪病至 1979 年 1 月,受害 1004 人,死亡 206 人
四 日 事 件 (哮喘病)	1955 年 以 来	日 本 四 日 市	有毒重 金属粉尘 及二氧化 硫等	该市工厂排放的含铅、锰、钛 等重金属粉尘及二氧化硫量 大,达 13 万 t,严重污染大气, 侵入人体呼吸系统	引起支气管炎、支气管哮喘、 肺气肿等病。1972 年确认患病 者达 870 多人,死亡 10 多人
米糠油 事 件	1968 年 3 月	日本九州 爱知县 一带等	多氯联苯	生产米糠油用多氯联苯作载 热体,因管理不善,使毒物多氯 联苯混入米糠油中,人食用后 中毒	眼皮肿、掌出汗、全身起红疙 瘩,重者呕吐、恶心、肝功能下 降,肌肉疼痛,咳嗽不止,导致 急性肝炎或医治无效而死亡; 患者达 5000 多人,死亡 16 人; 实际受害者超过 1 万人

(2) 60 年代末到 70 年代初,进入了综合治理阶段。由于工业发达国家陆续成立了全国性的环境保护机构,制定了全国性的环境保护科学研究规划,由被动的单项治理渐渐转向主动的综合治理,使环境的质量有所改善。但是,这并未从根本上解决问题。

(3) 经济发展与环境保护相协调,加强环境管理,进行区域性综合防治的阶段。这一阶段的特点是把环境视为资源,一切开发活动都必须同时考虑经济效益与环境效益,禁止

任何过度开发行为，从维持生态平衡出发，实行区域综合规划，对经济发展实行环境影响评价制度，使环境状况获得了根本性的改善。

2. 当前人类面临的主要环境问题

当前人类面临五大主要环境问题：人口问题、粮食问题、资源问题、能源问题和环境污染问题。

(1) 人口问题 近年来，人口迅猛增长，给社会带来许多困难，并对环境造成了很大压力，人口问题已成为当前人类环境的首要问题。当然，人口作为一个复杂的社会问题，对它的增长我们应根据客观的具体条件，结合具体的社会因素，在保证人口增长率与物质生产增长率相一致的前提下，探讨人口分布密度与地理学、生态学特性以及物质大循环的关系，确定最恰当的人口增长率和总量。

值得注意的是，人口增长必然会导致城市增多和城市人口剧增。毫无疑问，不要很长时间就可能出现城市人口超半数的局面。城市的发展必然要占用大量耕地和平原地区，以兴建工厂、住房和公路等，从而破坏了原有的生态平衡，建立起人工生态系统——城市生态系统。

随着人口的增长，人类对粮食的需求必然日益增长，势必造成有许多国家、特别是发展中国家的人民不得不处于饥饿和营养不良的状态。人口过剩也必然导致资源、能源和其他物质的匮乏，即导致“资源危机”。人口过剩还将对土地、森林和气候等带来诸多不良影响。

(2) 粮食问题 粮食是人类的主要食物，是人类生命活动所需热量的主要来源。人类的食物主要是由粮食、畜产品和水产品等组成的，它就是所谓广义的农产品（由耕地、草原、森林和水域等生产出来的）。当前世界的粮食问题主要是供不应求，产生了所谓的“粮食危机”。因而世界各国都在竭尽全力，采取各种措施来提高粮食产量。这些措施包括提高现有耕地面积的产量，开垦荒地，扩大耕种面积，增加复种次数等。提高单位面积产量在很大程度上决定于适度的灌溉、选择优良的种子、改良土壤、增加肥料和农药的用量，以及大量耗能、实现高度的机械化，这都会造成环境污染，对地壳日益增长的开发与利用将产生一系列严重的生态问题。

(3) 资源问题 从广义上讲，能源、土地、矿藏、森林、草原、生物，乃至大气、水和阳光等都是自然环境的一种资源。人既是消费者，同时也是生产者或者是劳动产品的制造者。因此，从某种意义上讲，人也是一种资源，即劳力资源。然而这里所指的资源仅包括能源、矿藏、森林、草原、耕地、水资源和生物资源等。

近二三十年来，矿产资源、化石能源等不可再生资源的消费速度很大。如果照这样的速度消耗下去，据估计要不了多少年，有限的资源就会被耗尽。从这个意义上讲，的确存在着资源枯竭的问题。它告诫人们不要滥采、滥伐和滥垦现存的矿藏、森林和草原，应该节约使用资源。

但是从另一方面来说，人类是具有创造能力的。随着生产力的发展以及科学技术的进步，人类所利用的自然资源也在不断地发展和更新。200多年以前，人类只限于使用铜、铁等十几种元素，而现在所使用的已遍及整个元素周期表。新的人工合成材料更是难以计数。毫无疑问，人类不会由于资源枯竭而走向世界末日。

(4) 能源问题 能源问题主要指两个方面：第一、工业发展、人口剧增和人类对物质生活的奢求，极大地加快了能源的消耗速度，而地球上化石燃料的供应却是有限的。因此，人们必须节约能源、遏制其消耗速度；同时尽一切可能寻找或设计出洁净的新能源。第二，在能源的开发利用中，破坏了山区、森林、草原、耕地和河流等自然环境，同时也向大气、水体和土壤中释放了大量有害物质，进一步破坏了生态平衡。因此，我们需要制定出合理的能源开发利用政策，以保证有足够的能源供应，并将环境的破坏降低到最低限度。

(5) 环境污染问题 综上所述，由于世界人口剧增，人类对粮食、能源及其他自然资源的大量耗用，生产活动的扩大以及新的化学物质的大量使用，造成了大气、水体、土壤的污染和生态平衡的破坏。除了区域性的污染以外，还存在着不容忽视的全球性污染，如农药、核碎片、 SO_2 等污染物质在全球范围内不断扩散和积累； SO_2 等物质的长距离迁移形成具有潜在威胁的酸雨；大气中 CO_2 的增加导致了地球温室效应的形成，并使地球上的气温逐年升高；超音速飞机的飞行活动破坏了大气层中的臭氧层，致使臭氧浓度不断降低，从而破坏其吸收紫外线的作用；农药、石油和重金属的使用使紧密联为一体的海洋面临改变面貌的威胁等，均将可能造成地球生物种类的不断灭绝；森林减少、土壤沙漠化，最终导致自然生态系统的严重破坏。20 世纪初至中期震撼世界的八大公害事件充分说明了环境污染问题对人类造成的危害是极其严重的。现在摆在人们面前的一个不容忽视的任务，就是保护人类赖以生存的环境。而要达到此目的，关键在于了解并掌握包括人类在内的生态学基础理论及其在当前人类环境保护中的应用。

第二节 环 境 科 学

环境问题由来已久，而且越来越严重，因而人类对环境问题的认识、环境科学知识的积累也由来已久，且有一个长期的发展过程。20 世纪 50 年代以后，环境的严重恶化更促进了环境科学的发展，经过 60 年代的酝酿准备，到 60 年代末、70 年代初，基本形成了环境科学。

一、环境科学的研究对象和任务

环境科学是以“人类与环境”这一对矛盾为对象，研究其对立统一关系的发生和发展、调节和控制以及改造和利用的科学。由“人类与环境”构成的对立统一体，被称之为“人类与环境系统”。它是一个以人类为中心的生态系统，环境科学即是以这个系统为研究对象的一门新兴边缘学科。

研究人类与环境之间的对立统一关系，掌握其发展规律，调控人类与环境之间的物质、能量交换过程，防止人类与环境的失调，维护生态平衡，通过系统分析，规划设计出最佳的“人类-环境系统”，并将其调控到最优运行状态。要达到上述目的，必须从以下两个研究领域着手：

(1) 在宏观上，着重研究人类与环境之间相互作用、相互促进、相互制约的对立统一关系，以揭示社会经济发展和环境保护协调发展的基本规律。

(2) 在微观上，主要研究环境污染物在生物体内迁移、转化和积累的过程，以及它的

运动规律,同时探索它们对生命的影响和作用机理,并找出有效的防治措施和方法,以达到认识环境、保护和改善环境的目的。

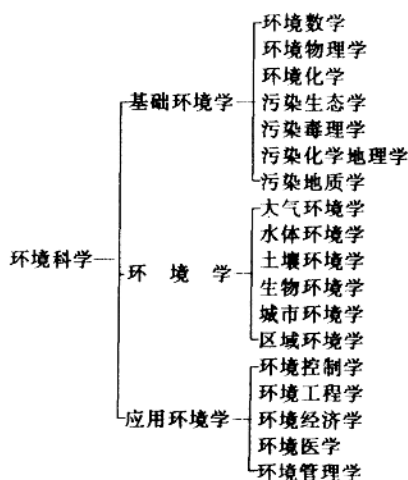
当前,环境科学的基本任务就在于解决以污染为中心的各种环境问题,其研究内容包括:

- (1) 人类和环境的关系。
- (2) 环境污染的危害。
- (3) 污染物在自然环境中的迁移、转化、循环和积累的过程及规律。
- (4) 环境质量的调查、评价和预测。
- (5) 环境污染的控制与防治。
- (6) 自然资源的保护和合理开发。
- (7) 环境监测、分析技术和预测预报。
- (8) 环境区域规划和环境规划。

二、环境科学的内容和分支

对环境问题的研究,不仅要涉及数学、物理学、化学、生物、地质和气象等多种自然科学的分支及边缘学科,还要涉及到工程技术、社会学、经济管理学和法学等社会科学的学科。以往的各个自然科学的分支学科和边缘学科在研究环境问题时,只能从微观方面去认识污染物在环境中的变迁机理,却不能从宏观上来认识物质及能量在“人类-环境系统”中交换和转移的运动规律。近二、三十年来形成的环境物理学、环境化学、环境生物学、环境地质学等就是应环境科学研究的需要而发展起来的新兴学科。现代科学技术的发展已为环境科学的研究提供了必要的实验手段,从而奠定了“环境科学”这个与人类生活关系极其密切的、综合的新兴科学的基础。

虽然,环境科学是一门由分科精细转而向综合、整体化发展的科学,但因其涉及面广,对环境不同方面的问题还需要分别加以研究,因而产生了环境科学中的各个分支。由于环境科学正处于发展阶段,无论对研究的范畴,还是分支体系,各方面的意见均不一致,现将一种较为普遍的分类列表于下:



由于环境科学是从各个学科进行研究发展而来,因此也可按现有学科把环境科学分为下列六大类:

(1) 环境社会科学 其包括环境发展史、环境污染史、环境政治经济学、环境管理和环境规划、环境法学等。

(2) 环境生物学和医学 其包括环境生态学、环境水生生物学、环境微生物学、环境生理学和环境毒理学等。

(3) 环境地学 其包括环境地理学、环境地质学、环境海洋学、环境地球化学以及环境生物地球化学和环境大气学等。

(4) 环境物理学 其包括辐射生物学、辐射医学、环境声学和环境电磁学等。

(5) 环境化学 其包括环境分析化学和工程化学、大气污染化学、土壤污染化学、污染生态化学和海洋污染化学等。

(6) 环境工程学 其包括废水、废气和固体废物处理工程、自然资源的开发利用、清洁能源的开发、工艺设计与应用等。

总之,环境科学涉及面广,各个学科又相互交叉、渗透,是自然科学发展的一个新领域。

三、环境科学的发展

综上所述,环境科学既是一门基础科学,亦是一门应用科学,从60年代兴起以来,发展异常迅速,它既推动了与环境有关的学科的发展,更推动了以人类-环境为中心的各学科在整体上的综合研究。通过大量的实践和研究,已逐步形成了环境科学自身的基础理论和研究方法。特别是70年代中期发展起来的人类生态学,综合运用了环境生物学、环境地学、社会学、环境经济学等各种基础理论,统一研究人类与环境系统相互作用的规律及机理。这是多学科的环境科学各分支相互渗透孕育出的更高层次的学科,是将要形成的统一的、独立的环境科学的核心和基础。70年代中期以后,美国有的高等院校还设置了“人类环境问题”课程,其目的是探索人类危害其生存环境的途径和这些环境变化对人及其它生物的影响,以及控制方法。

由多学科向跨学科发展是环境科学发展的必然趋势,并将形成环境科学独特的学科体系,产生一些跨学科的新分支。首先是建立统一的基础理论。70年代末,开始出现了理论环境学,其主要任务是:研究人类生态系统的结构和功能,以及环境质量变化对人类生态系统的影响;确定导致人类生态系统受到损害或破坏的极限;寻求调控人类环境系统的最佳方案。

在建立统一基础理论的同时,把全球环境作为一个综合体,运用基础理论从人类与环境对立统一关系的总体上进行分析研究,于是便出现了综合环境学。

环境科学从多学科阶段向跨学科阶段发展的趋势日益显著,逐渐形成了庞大的科学体系。理论环境学和综合环境学正在孕育这个体系的内核和基础,而环境工程学和环境管理学则是这种基础理论的运用。在这个庞大的科学体系中,多学科阶段出现的各分支学科仍然有着广阔的发展前景,而且还会出现更多的以老学科为基础的新分支。同时,统一的、独立的环境学及其分支必定会有更大的发展。

第三节 我国火力发电厂环境保护 的现状和任务

20 世纪 50 年代以前,人们虽对环境污染也采取过措施,并以法律、行政等手段控制污染物的排放,但并未提出环境保护的概念。50 年代以后,污染日趋严重,在一些国家中产生了反污染运动,人们对环境保护概念有了一些初步的理解,不过当时普遍认为,环境保护仅是对大气污染和水污染的治理、固体废物的处置,以及噪声的排除等技术措施和管理工作。随着污染不断地扩大,污染事件频繁发生,日本报纸上出现了“公害”一词,环境保护引起世界舆论的广泛重视。于是在 1972 年联合国召开的“人类环境会议”上才明确地指出:环境问题不仅是工程技术问题,更主要的是社会经济问题;不是局部问题,而是全球性问题。要正确处理发展经济和环境保护的关系。既要发展经济,又要防止大自然对人类的报复,决不能毁坏人类自身的生存环境。因此,环境保护较为完整的概念应是:“采取多方面的措施,合理地利用自然资源,防止环境污染和破坏,以保持和发展生态平衡,扩大有用自然资源的再生产,提高环境质量,保护人体健康,保障人类社会的发展。”

一、环境保护的目的和任务

环境保护是我国的一项基本国策。其根本目的是保护人体健康,促进经济发展。概括地说,就是运用现代环境科学的理论和方法,在更好地利用自然资源的同时,深入认识和掌握污染和破坏环境的根源和危害,有计划地保护环境,预防环境质量的恶化,控制环境污染,促进人类与环境协调发展,以不断提高人类的环境质量,造福人民,贻惠于子孙后代。

关于环境保护的内容,世界各国不尽相同,即使是同一国家,其内容在不同时期也有变化。但大致都包括两个方面的内容:一是合理开发和利用自然资源,减少或消除有害物质进入环境,以及保护自然资源,维护生物资源的生产能力,使之得以恢复和扩大再生产;二是保护和改善环境质量,保护人们的身心健康,防止机体在环境污染下产生遗传变异和退化。

《中华人民共和国环境保护法(试行)》明确规定,环境保护包括“保护环境和自然资源,防治污染和其它公害”。其任务是“保证在社会主义现代化建设中,合理地利用自然资源,防止环境污染和生态破坏,为人民创造清洁适宜的生活和劳动环境,保护人民健康,促进经济发展”。

二、环境保护的现状和任务

近年来,我国电力工业发展迅速,火电装机容量增加较快。“六·五”计划末的 1985 年火电装机容量为 43570.6MW,“七·五”计划末的 1990 年已增加至 74644.1MW,增长了 71.3%,燃煤量由 1985 年的 14204 万 t 增加到 1990 年的 23165 万 t,增长了 63.1%。我国火力发电是以燃煤为主,而煤在燃烧过程中会产生大量的污染物质,其主要污染物质有烟尘、SO₂、灰渣和废水等,表 1-2 是我国近几年来 50MW 及以上火力发电厂排放的污染物质状况。

1. 火力发电厂大气污染防治及其面临的任務

在火力发电的生产过程中,对从电厂释放出来的大量烟尘、 SO_2 以及 NO_x 等,若不加处理,必定会严重地污染大气并导致酸雨的形成。近年来,由于电力部门的重视和广大工程技术人员努力,在烟尘治理方面取得了可喜的成绩。目前,我国平均每年新增火电装机容量为 8000MW,年生产用煤量平均每年增加约 1800 万 t,但烟尘排放量平均每年却增加很少,甚至略有减少。这是由于大容量机组普遍采用电除尘装置,全国 50MW 及以上火电厂除尘器的平均除尘效率到 1990 年已达 94.34%,超过了“七·五”电力环保计划要求的 93% 的目标。但是,若要把除尘器出口湿烟气含尘浓度降到 $200\text{mg}/\text{Nm}^3$,则除尘效率必须提高到 99.3%~99.5%,也就是说,要全部采用四电场以上的电除尘器。显然,这是要经过长期努力才能实现的目标。

表 1-2 我国 50MW 及以上火力发电厂环境状况

项 目 \ 年 份	1986	1987	1988	1989	1990
装机容量 (MW)	51508.2	54943.4	60727.7	69356.0	74644.1
燃煤量 (万 t)	15795	17866	20118	21909	23165
SO_2 排放量 (万 t)	292.2	325.0	372.7	404.9	403.1
SO_2 超标排放量 (万 t)	46.2	68.1	68.7	67.5	62.5
烟尘排放量 (万 t)	374.8	363.0	385.2	369.6	343.5
平均除尘效率 (%)	—	—	92.69	93.85	94.34
灰渣排放量 (万 t)	4226	4762	5545	6317	6519
灰渣利用量 (万 t)	959	1096	1469	1786	1840
灰渣排入江河量 (万 t)	434	463	430	403	382
灰渣排入灰场量 (万 t)	3167	3599	4263	4852	5295
冲灰 (渣) 水排放量 (万 t)	—	58913.8	62418.6	67427.7	73733.1
灰水 pH 超标排放量 (万 t)	22632.3	21226.8	21657.4	20168.3	22785.6
灰水 SS 超标排放量 (万 t)	12559.6	10311.7	10506.6	13229.6	12945.7
灰水氟超标排放量 (万 t)	5699.3	8424.1	8059.4	10711.3	9571.9
化学废水排放量 (万 t)	2982.7	2350.8	2435.3	2663.4	2744.2
废水总排放量 (万 t)	109124.0	101093.8	117768.0	120319.8	110988.1
废水治理费用 (万元)	6230.9	6915.4	7285.7	4751.8	5977.8

注 其中 1986 年冲灰 (渣) 水排放量以下的废水的数据是全国 6MW 以上火力发电厂统计数。

至于烟气中 SO_2 的控制问题,现在主要是采用高烟囱排放,以充分利用大气自净扩散能力来降低地面 SO_2 浓度。这是我国今后在一个相当长时期内主要采用的办法。但是随着机组容量的增大,烟囱高度的增加,污染范围的增大,烟气在空中停留时间的增长, SO_2 转变成硫酸气溶胶,形成酸雨的机会就会增加。尤其是随着电力工业的发展,许多地区 (如华东地区) 的大型火力发电厂已连接成片,造成的污染将向区域性发展,因而形成酸雨的区域就会扩大。根据我国能源中期 (1989~2000 年) 计划纲要,到 2000 年,火电装机容量

达 160000MW, 耗煤量为 51000 万 t, SO_2 排放量将增加到 950 万 t。目前, 酸雨已是当今世界三大环境问题之一, 而我国长江以南和四川盆地正成为继欧洲、北美之后的世界第三大酸雨区。因此, 开发、应用脱硫技术以减少 SO_2 排放, 从根本上治理 SO_2 污染已是势在必行。今后的任务是, 除了已在重庆珞璜电厂建成的一套由日本引进的湿式石灰石-石膏法脱硫装置外, 再建 2~3 个脱硫示范性工程, 以及开展脱硫技术的基础研究和洗煤技术的应用等研究工作。

2. 火力发电厂废水治理现状及今后的任务

我国火力发电厂排出的废水, 特别是冲灰(渣)水量是比较大的, 从表 1-2 可发现, 1990 年冲灰(渣)水量已达 73733 万 t, 废水总排放量高达 110988 万 t, 治理费用达 5977.3 万元。由此可见, 火力发电厂既是一个用水大户[仅冲灰(渣)水 1990 年就用去 112093.7 万 t 水], 又是一个排放废水的大户。近年来, 随着电力工业的稳步发展, 火力发电厂废水治理工作已取得了一定进展。如加强了对废水系统的管理, 对新工程一般都考虑了建立污水处理设施, 对老厂的用水系统亦进行了改造, 对火力发电厂主要废水——冲灰(渣)水进行了回收利用(1990 年冲灰(渣)水回用量 17788.0 万 t), 新建工程采用浓相输送系统日益增多, 实现了酸、碱废水, 含油污水达标排放等。但是, 还存在不少问题, 特别是冲灰(渣)水 pH 超标排放、悬浮物及氟超标排放势头不减, 1990 年这三项分别占冲灰(渣)水总排量的 30%、17.6% 和 13.0%。

据估计, 到 1995 年底, 全国 50MW 及以上火力发电厂装机容量将达 118000MW, 按现有工艺水平估算, 到 1995 年冲灰水用量为 15.8 亿 t, 冲灰(渣)水总排放量为 10.28 亿 t, 化学废水排放量为 0.57 亿 t, 废水总排放量为 20.78 亿 t, 这个数字不容忽视。今后的任务主要还是放在以下几个方面:

(1) 加快火力发电厂废水治理技术的开发。要从根本上改变火电厂废水排放量大、灰水污染物超标严重的状况, 除了加强管理外, 还必须依靠科技进步。当前突出的问题是灰水 pH 值、氟超标, 冲灰管道和回水管道结垢。这不仅是环境保护问题, 而且已影响到电力生产。

(2) 积极治理灰水悬浮物、pH 值和氟超标问题。解决灰水悬浮物超标问题, 主要是对那些没有灰场的火力发电厂, 应尽早建立贮灰场; 对那些灰场已贮满的火力发电厂, 则尽早选址新建。此外, 应加强对灰场的管理。对 pH 值超标问题, 目前主要采用加酸或用炉烟处理。氟超标问题尚是一个难题, 并无成熟的治理措施, 还有待进一步地研究开发。

(3) 抓好废水的回收利用。实现灰水再循环是节约用水、减轻污染的好办法。

3. 粉煤灰综合利用现状和今后的任务

我国是一个产灰大国, 居世界第三位。我国火力发电厂每年排放的数千万吨灰渣给我国的经济建设和生态环境造成了巨大的压力。火力发电厂每发 1 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 电将产生 1.2~1.7 万 t 灰渣, 而用于灰渣的处置、管理和运行的费用就达 34 万元。据资料统计, 1990 年我国 50MW 及以上火力发电厂发电 4210 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$, 灰渣排放量为 6519 万 t, 仅灰渣治理费一项就耗资 3.1 亿元。目前, 我国灰渣累计堆存量为 4.3 亿 t, 占地 25.1 万亩。另一方面, 我国又是一个人占有资源储量有限的国家, 而粉煤灰作为一种可利用资源并未得到

充分的利用。目前的利用率仅为 25% 左右。据估计,到 1995 年全国 50MW 及以上火力发电厂灰渣排放量将达 10700 万 t,由此产生的环境问题和资源浪费问题将更为突出,对电力生产的制约也将更严重,必须引起高度重视。

近年来,粉煤灰主要利用在建材、建工、筑路和回填等方面,且灰渣利用的投资效益也有了明显的提高。1986~1989 年,我国用于综合利用的总投资约 10.5 亿元,四年间灰渣利用的总产值为 1.48 亿元,总利润为 0.29 亿元。此外,1990 年与 1986 年相比,灰场复垦面积由 0.17 万亩增加到 0.42 万亩,已绿化灰场面积由 0.77 万亩增加到 1.25 万亩;五年累计灰场复垦面积为 1.57 万亩,累计灰场绿化 4.82 万亩。

今后的任务是,在国家的宏观领导下,落实政策,强化管理,依靠科技进步,攻克技术难关,不断开辟粉煤灰资源化的新途径。当前,针对我国灰渣利用发展不平衡,尤其是地区性差别很大的特点,必须进一步确定以大宗利用为主的指导思想,应特别重视和推广粉煤灰在回填、农业、筑路和建材等领域的应用。此外,由于我国电力工业发展速度较快,还必须重点抓好新建、扩建电厂的灰渣利用工作。